

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4248771号

(P4248771)

(45) 発行日 平成21年4月2日(2009.4.2)

(24) 登録日 平成21年1月23日(2009.1.23)

(51) Int. Cl.

F 1

GO2B 23/26 (2006.01)  
 A61B 1/00 (2006.01)  
 GO2B 13/00 (2006.01)  
 GO2B 23/24 (2006.01)  
 GO3B 35/10 (2006.01)

GO2B 23/26 C  
 A61B 1/00 300D  
 A61B 1/00 300Y  
 GO2B 13/00  
 GO2B 23/24 A

請求項の数 13 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-194133 (P2001-194133)  
 (22) 出願日 平成13年6月27日(2001.6.27)  
 (65) 公開番号 特開2003-5096 (P2003-5096A)  
 (43) 公開日 平成15年1月8日(2003.1.8)  
 審査請求日 平成17年9月2日(2005.9.2)

(73) 特許権者 000000376  
 オリンパス株式会社  
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号  
 (74) 代理人 100065824  
 弁理士 篠原 泰司  
 (74) 代理人 100104983  
 弁理士 藤中 雅之  
 (72) 発明者 中村 稔  
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ  
 リンパス光学工業株式会社内

審査官 瀬川 勝久

(56) 参考文献 特開平11-006967 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

計測又は立体視を行うための対物光学系を含む内視鏡装置であって、前記対物光学系は、物体側から順に像側に向って、第1ユニットと第2ユニットと第3ユニットと撮像ユニットとを含み、前記第1ユニットは負レンズからなり、前記第2ユニットは第1正レンズからなり、前記第3ユニットは第2正レンズからなり、前記撮像ユニットは1つの撮像素子からなり、前記対物光学系は1つの開口部からなる明るさ絞りを有し、該明るさ絞りが前記第1正レンズのおおよそ後側焦点位置に配置され、前記負レンズは一对の負レンズであって、該一对の負レンズは互いに近接して並列に配置され、前記第1正レンズの光軸は、前記一对の負レンズの少なくとも一方の負レンズの光軸に対して偏芯配置され、前記第2正レンズは、おおよそ無限遠物体に対して合焦が可能であり、以下の(1)式を満足することを特徴とする内視鏡装置。

$$|\phi a / \phi| < 0.1 \cdots (1)$$

但し、 $\phi a$ は前記第1ユニットと前記第2ユニットの合成パワーであり、 $\phi$ は前記第1ユニット乃至前記第3ユニットの合成パワーである。

【請求項2】

計測又は立体視を行うための対物光学系を含む内視鏡装置であって、前記対物光学系は、物体側から順に像側に向って、第1ユニットと第2ユニットと第3ユニットと撮像ユニットとを含み、前記第1ユニットは負レンズからなり、前記第2ユニットは第1正レンズからなり、前記第3ユニットは第2正レンズからなり、前記撮像ユニットは1つの撮像素

10

20

子からなり、前記対物光学系は2つの開口部からなる明るさ絞りを有し、該明るさ絞りは前記第2ユニットの前後いずれかに配置され、前記負レンズは、一对の負レンズであって、該一对の負レンズは互いに近接して並列に配置され、前記第1正レンズの光軸は、前記一对の負レンズの少なくとも一方の負レンズの光軸に対して偏芯配置され、前記第2正レンズは、おおよそ無限遠物体に対して合焦が可能であり、前記第1正レンズは第1レンズと第2レンズとからなり、前記第1レンズは正のパワーであって最も物体側の面が物体側に凸であり、前記第2レンズは負のパワーであって最も像側の面が像側に凹であり、以下の(1)式を満足することを特徴とする内視鏡装置。

$$|\phi a / \phi| < 0.1 \dots (1)$$

但し、 $\phi a$ は前記第1ユニットと前記第2ユニットの合成パワーであり、 $\phi$ は前記第1ユニット乃至前記第3ユニットの合成パワーである。

10

【請求項3】

前記一对の負レンズが物体側に凹面を向けたレンズを含むことを特徴とする請求項1に記載の内視鏡装置。

【請求項4】

前記一对の負レンズは、それぞれ第1凹レンズと第2凹レンズとからなり、前記第1凹レンズは、像側の最終面が像側に凹面を向けた単レンズまたは接合レンズであり、前記第2凹レンズは、像側の最終面が像側に凸面を向けた単レンズまたは接合レンズであることを特徴とする請求項1に記載の内視鏡装置。

【請求項5】

20

前記一对の負レンズは、それぞれの側面に切除部を有し、前記一对の負レンズがそれぞれの前記切除部で互いに接することによって前記一对の負レンズの外径中心間の距離がそれぞれの半径の和より小さいことを特徴とする請求項1又は2に記載の内視鏡装置。

【請求項6】

前記第1ユニットの物体側に、カバーガラスを設けたことを特徴とする請求項1又は2に記載の内視鏡装置。

【請求項7】

前記第1ユニットの物体側に視野方向変換プリズムを設けたことを特徴とする請求項1又は2に記載の内視鏡装置。

【請求項8】

30

前記第1ユニットに視野マスクを設け、前記視野マスクは前記負レンズに対応することを特徴とする請求項1又は2に記載の内視鏡装置。

【請求項9】

前記第2ユニットにフレア絞りを設けたことを特徴とする請求項1又は2に記載の内視鏡装置。

【請求項10】

前記第1ユニットと前記第2ユニットの組はアダプタであって、前記第3ユニットに対して着脱自在であることを特徴とする請求項1又は2に記載の内視鏡装置。

【請求項11】

前記アダプタの像側に設けたカバーガラスと一体的に明るさ絞りを配置することを特徴とする請求項10に記載の内視鏡装置。

40

【請求項12】

前記第3ユニットの物体側にカバーガラスを設けたことを特徴とする請求項10に記載の内視鏡装置。

【請求項13】

前記1つの撮像素子の有効撮像範囲の大きさが2mm×2.5mm以下であることを特徴とする請求項1乃至12に記載の内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

50

本発明は、計測又は立体視を行うための対物光学系を含む外径の小さい挿入部を有する内視鏡装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

立体視及び計測内視鏡の用途として、工業用では例えば以下の分野がある。

- ・原子力発電所における冷却水の送水パイプの検査。
- ・発電プラントの蒸気発生機のタービンブレードの検査。
- ・航空機エンジンの検査。

【0003】

また、医療用では、内視鏡下外科手術への応用がある。

10

いずれの場合も、分解や開腹をすることなく、傷やクラックや患部に対して、その大きさや深さを計測したり、立体視を用いて修理や処置を安全に効率よく行うことができる。

【0004】

立体視内視鏡及び計測内視鏡の従来技術を図8乃至図13を用いて説明する。従来、立体視及び計測のために視差を得る場合、左右まったく同じ光学系を2つ並列に並べることが広く知られている。しかし、実際には左右の光学系は、必ず誤差があるため左右の画像はまったく同じにはならず、左右の画像の相対的な相違によって、立体視の場合は、観察者の左右像の融合を妨げ疲労の原因となる。また、計測の場合は、測定誤差の原因となる。従って、疲労や誤差を抑えるためには、左右の光学部品を少なくする必要がある。

【0005】

20

これを解決する手段として、以下の2つの先行技術がある。

▲1▼特開平8-122665号を図9に示す。

▲2▼特開平11-006967号を図10に示す。

【0006】

これらの先行技術は、左右の光学系の一部を左右共通にしており、誤差の低減が期待できる。しかし、明るさ絞り55は、並列に配置した対物レンズに対応して形成された、2つの開口である。このため、開口位置の光軸に対するずれや、左右の開口形状の誤差は、左右の画像の誤差となる。

【0007】

明るさ絞りの開口を1つにした先行技術として、

30

▲3▼特開平11-109257号の第4実施例を図8に示す。

明るさ絞り54は1つの開口であり、前記課題を解決している。この先行技術は先端アフォーカルアダプター式内視鏡である。先端アフォーカルアダプター式内視鏡の全体図を図11に示す。また、先端部の拡大図が図12である。さらに、図13は先端部の対物光学系の断面図である。図11乃至図13に示す通り先端アフォーカルアダプター5は、内視鏡本体4と着脱自在である。図13に示す通り、マスターレンズ6は、内視鏡本体4に設けられ、撮像素子7に対しておおそ無限遠物体に焦点位置を調整する。

【0008】

また、先端アフォーカルアダプター5は、観察目的に適した、視野角や視野方向の種類の違うものを用意して、マスターレンズの物体側の位置Xにて着脱可能である。先端アフォーカルアダプター5を取付けた様子を、図13(a)に示す。取りはずした様子を図13(b)に示す。先端アフォーカルアダプター5は、装着した時に、撮像素子に結像するように、位置Xにて各画角の射出光線が光軸に対しておおそ平行光線(アフォーカル)になるように、設計及び製造する。

40

【0009】

先端アフォーカルアダプター式内視鏡は、いろいろな観察目的に対して、高価な内視鏡本体を共通にできるため経済的にメリットがある。また、着脱部は、アフォーカルであるため、光束径が太く、かつ実像が結像しないため、ゴミは目立ちにくい。さらに、装着の位置ずれによる焦点ずれの影響が小さい。

【0010】

50

しかし、対物レンズの最終面 9 に実像を結像しているため、以下の三つの問題点がある。

(1) 対物レンズ 121、122 及びリレーレンズ 50、54、6 を合わせた光軸方向の寸法が長くなる。これは、先端に並列に配置した正の焦点距離のレンズ 121、122 にて実像を結像しているため、対物レンズの寸法がそのまま全長を長くする。挿入部先端における、曲げることができない部分（硬質長）が長くなるため好ましくない。

(2) 対物レンズの最終面 9 に製造中にゴミが侵入し付着すると、実像と重なるため、画像に映り込み、立体視及び計測の妨げとなるため好ましくない。

(3) 実像をリレーして撮像素子に結像するため、実像 9 における内視鏡中心軸に向う方向の画像が、撮像素子 7 では反転して外側に向う方向の画像として結像するため、モニターへ写し出された画像の左右の状態は、人間が通常認識する左右とは入れ替った状態となる。つまり、右目の像がモニター上では左目の像となる。よって、奥行き情報が左右逆になるため、奥行き方向が逆転した逆立体となるため好ましくない。

【0011】

以上をまとめると先行技術には、以下の不具合がある。

▲1▼、▲2▼の先行技術は、明るさ絞り 55 の開口が 2 つであるため、左右の画像の誤差がある。しかも、内視鏡は、先端アフォーカルではないし、アダプター式の構造でもない。▲3▼の先行技術は、硬質長が長く、ゴミが観察の妨げとなり、逆立体の問題が発生する。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、先端アフォーカルアダプターが可能であると同時に、硬質長が短く、ゴミが観察の妨げとならない、かつ、逆立体が発生しない、立体視及び計測内視鏡を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明は、計測又は立体視を行うための対物光学系を含む内視鏡装置であって、前記対物光学系は、物体側から順に像側に向って、第 1 ユニットと第 2 ユニットと第 3 ユニットと撮像ユニットとを含み、前記第 1 ユニットは負レンズからなり、前記第 2 ユニットは第 1 正レンズからなり、前記第 3 ユニットは第 2 正レンズからなり、前記撮像ユニットは 1 つの撮像素子からなり、前記第 1 正レンズは、前記第 2 ユニット乃至前記第 3 ユニット内に実像を形成しないことを特徴とする。

【0014】

さらに、本発明は、前記第 3 ユニットの第 2 正レンズは、おおよそ無限遠物体に対して合焦が可能であり、おおよそ無限遠物体に合焦が可能である条件として、以下の (1) 式を満足することを特徴とする。

【0015】

$$|\phi a / \phi| < 0.1 \quad \dots (1)$$

但し、 $\phi a$  は前記第 1 ユニットと前記第 2 ユニットの合成パワーであり、 $\phi$  は前記第 1 ユニット乃至前記第 3 ユニットの合成パワーである。

【0016】

さらに、本発明は、1 つの開口部からなる明るさ絞りを有し、該明るさ絞りが前記第 2 ユニットの第 1 正レンズのおおよそ後側焦点位置に配置されることを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について述べる。

(第 1 実施例)

第 1 実施例における内視鏡対物光学系の全体の構成を図 1 に示す。

【0018】

本実施例の構成は、物体側から順に、防水、防塵用のカバーガラス 51 と、同じ負のパワーの二組のレンズ 101、102 を並列に配置した第 1 ユニット 10 と、正パワーのレン

10

20

30

40

50

ズの第2ユニット20と、正パワーのレンズの第3ユニット30と、撮像手段である一つの撮像素子7を含む撮像ユニットとからなる。

【0019】

二画像それぞれの画角は $60^\circ$ 、 $Fno. 6.3$ である。

第1ユニット10の負レンズ101、102の構成は、物体側より順に、像面側に凹面を向けた平凹レンズ11と、像面側に凸面を向けたメニスカス凹レンズ12とからなり、それらの間に視野範囲を決める視野マスク52がある。視野範囲と視野マスク52は相似形状である。視野範囲は、撮像素子上では図7に示す通りの形状と大きさである。

【0020】

二組のレンズ101、102において、各面の曲率半径中心を通る直線（つまり光軸）の間隔は、 $1.46\text{ mm}$ である。また、二組のレンズ101、102がより接近して並列に配置できるように、各レンズは、互いに接する内側側面を切除し、光軸方向から見てレンズ外径形状がDの字状になるように加工している。

【0021】

二組のレンズ101、102の負のパワー（ $\phi 1$ ）は、全体として $-0.602$ である。第2ユニット20は、物体側より順に、像面側に凸面を向けた平凸レンズ21と、凸凹の接合レンズ22と、第1ユニットの二組のレンズ101、102に対して共通の1つの開口部となる明るさ絞り54と、カバーガラス25とからなり、明るさ絞り54とカバーガラス25は接している。

【0022】

第2ユニット全体としての正のパワー（ $\phi 2$ ）は、 $0.232$ である。

第2ユニットの光軸（各面の曲率半径中心を結んだ直線）は、第1ユニットの二組のレンズの光軸に対してそれぞれ $0.73\text{ mm}$ 偏芯している。また、明るさ絞り54の位置は、おおそ第2ユニット全体の後側焦点位置である。

【0023】

さらに、第2ユニットの平凸レンズの平面に接して、遮光板53を設置する。遮光板53は、物体側から強い反射光が入って来た時に、第1ユニットの二組のレンズのコバおよびエッジで発生するフレア光をカットする効果がある。遮光板の穴の形状は、図7の視野範囲に相似する。

【0024】

ところで、合成パワーは、以下の通りである。計算には、近軸計算を用いる。第1ユニットは偏芯しているため、光軸と垂直方向にスライドさせ、第2ユニット及び第3ユニットと光軸を合わせた状態で計算を行うものとする。第1ユニットと第2ユニットの合成パワー $\phi a$ （ $0.0263$ ）は、第1ユニットから第3ユニット全体のパワー $\phi$ （ $1.03$ ）に対して、 $\phi a / \phi = 0.026$  となる。

【0025】

従って、 $0.1$ よりも小さいので第2ユニットにおける各画角の射出光束がおおよそアフォーカルとなる。

第3ユニット30は、物体側より順に、カバーガラス35と、凹凸の接合レンズ31とからなり、全体は正のパワー（ $\phi 3$ ） $0.389$ である。そして、赤外カットフィルター41が接合された撮像素子7に対して物体側に配置されている。第3ユニットの光軸は第2ユニットの光軸と同一直線上にある。撮像素子から見て、第3ユニットのみでおおよそ無限遠に焦点が合うように設定している。

【0026】

第1実施例の光学系における結像のプロセスを以下に説明する。

まず、第1ユニット負レンズの平凹レンズ11により物体からの光線を所望の画角で取込む。次に、第二番目のメニスカス凹レンズ12の作用により、第1ユニットを射出した各画角の主光線を光軸とおおよそ平行にして、第1ユニットの射出瞳をおおよそ無限遠にする。また、第2ユニットは、後側焦点位置付近に明るさ絞り54を置くことで、第2ユニットの入射瞳をおおよそ無限遠にすることができる。

10

20

30

40

50

## 【0027】

以上から、第1ユニットを透過した光線は、一つの共通な開口の明るさ絞りにて、第3ユニットに制限を受けることなく伝達することが可能となる。

第2ユニットからの光束は、おおよそアフォーカル光束であるため、おおよそ無限遠に焦点調整された第3ユニットを透過して、撮像素子上に一つの物体に対して視差をもつ二画像を生成する。

## 【0028】

第3ユニットおよび撮像素子は内視鏡装置本体に常設されていて、図1のXで示す位置にて、第1ユニットと第2ユニットが先端アフォーカルアダプター5として着脱可能である。本実施例は、用途に応じて先端アフォーカルアダプター5を取替えて使用する内視鏡である。着脱部は、アフォーカル光束部であるため、着脱部のゴミが目立たず、また、着脱機構のガタによる焦点のずれを小さくすることが可能である。

10

## 【0029】

この形態では、立体視のための二画像を形成する、第2ユニット及び第3ユニットが共通部品であり、しかも、明るさ絞りの開口部が共通なため、左右の画像の誤差をさらに小さくできる。

## 【0030】

また、この実施例では、第1ユニットが負レンズであるため、第1ユニットが正レンズで、かつ実像を結像させる図8に示す従来技術の方式に比べて、第1ユニットが短いため、硬質長を短くできる。

20

## 【0031】

第1ユニット内の像面側に凸面を向けたメニスカス凹レンズ12は各面の曲率中心が接近して、同心円に近い形状である。これにより製造過程において、外径に対する偏芯を抑えるのが難しい場合は、

平凹レンズと平凸レンズとに分割して偏芯を抑えて製作し、その後、接合して一部品にする加工及び組立方法が考えられる。

## 【0032】

尚、本件でいうレンズは、単レンズのみを指すものではなく、単レンズはもちろんのこと、単レンズ同士の組み合わせや接合レンズ、さらには、それらの組み合わせをいう。

## 【0033】

30

最後に、本光学系を搭載したアダプター全体の枠構成の一例を図14に示す。先端アフォーカルアダプター5の中に、第1ユニット10と第2ユニット20とを配置し、内視鏡装置本体4の先端部に第3ユニット30を配置し、ローレット8のネジによりXの位置にてアダプターの着脱が可能となっている。

<第1実施例のレンズデータ>

- ・画角 :  $60^\circ$       Fno. : 6.3
- ・第3面から第6面までが第1ユニット、二組の負レンズ間隔1.46mm。
- ・第7面から第14面までが第2ユニット、第1ユニットの二組の負レンズに対して0.73mm偏芯している。
- ・第15面から第19面までが第3ユニット。
- ・ $\phi 1 : -0.602$      $\phi 2 : 0.232$      $\phi 3 : 0.389$
- ・ $\phi a : 0.0263$      $\phi : 1.03$      $\phi a / \phi : 0.026$
- ・R: 曲率半径、d: 面間隔、n: 屈折率、v: アッベ数、INF:  $\infty$ を表す

40.

| 面       | R         | d       | n       | $\nu$ |    |
|---------|-----------|---------|---------|-------|----|
| 物体距離    |           | 11.5000 |         |       |    |
| 1       | INF       | 0.4000  | 1.51633 | 64.1  |    |
| 2       | INF       | 0.0500  |         |       |    |
| 3       | INF       | 0.3000  | 1.88300 | 40.8  |    |
| 4       | 1.75546   | 0.5000  |         |       |    |
| 5       | -1.27304  | 0.9500  | 1.88300 | 40.8  | 10 |
| 6       | -2.23382  | 0.1530  |         |       |    |
| 7       | INF       | 1.0000  | 1.77250 | 49.6  |    |
| 8       | -4.59900  | 1.1132  |         |       |    |
| 9       | 12.48876  | 1.2000  | 1.72916 | 54.7  |    |
| 10      | -2.22927  | 0.4000  | 1.80518 | 25.4  |    |
| 11      | -12.78262 | 2.3216  |         |       |    |
| (明るさ絞り) | INF       | 0.0300  |         |       | 20 |
| 13      | INF       | 0.4000  | 1.51633 | 64.1  |    |
| 14      | INF       | 0.1000  |         |       |    |
| 15      | INF       | 0.4000  | 1.51633 | 64.1  |    |
| 16      | INF       | 0.1000  |         |       |    |
| 17      | 2.36086   | 0.4000  | 1.84666 | 23.8  |    |
| 18      | 0.87942   | 1.0000  | 1.72916 | 54.7  |    |
| 19      | -3.74638  | 0.6003  |         |       | 30 |
| 20      | INF       | 1.6000  | 1.51400 | 75.0  |    |
| 21      | INF       | 0.5000  | 1.49700 | 81.6  |    |
| 22      | INF       | 0.0300  |         |       |    |

### (撮像素子面)

#### (第2実施例)

第2実施例における内視鏡対物光学系の構成を図2に示す。

#### 【0034】

本実施例の第1実施例との相違点は、先端にカバーガラスが無い点、および、第1ユニット乃至第3ユニットのそれぞれのレンズ構成である。

従って、以下第1実施例との相違点について説明する。

#### 【0035】

二画像それぞれの画角は $65^\circ$ 、 $Fno. 6.4$ である。

第1ユニット10の負レンズ101、102の構成は、物体側より順に、像面側に凹面を向けた平凹レンズ11と、全体として負のパワーの両凹レンズと両凸レンズとの接合レンズ13とからなり、平凹レンズと接合レンズとの間に視野マスク52をはさんでいる。

#### 【0036】

並列の負レンズ101、102の光軸間隔は1.46mmで、全体のパワーは、( $\phi 1$ )ー

40

50

0.641である。

第2ユニット20は、物体側より順に、両凸レンズ23と、全体として負のパワーの凸凹の接合レンズ24と、全体として正のパワーの凸凹の接合レンズ26と、第1ユニットの並列に配置した二組の負レンズ101、102に対して共通の1つの開口部を有する明るさ絞り54と、明るさ絞りに接するカバーガラス25とからなっている。

【0037】

全体としては正のパワー( $\phi 2$ )0.234である。第2ユニットの光軸は、第1ユニットの二組のレンズ101、102の光軸に対してそれぞれ0.73mm偏芯している。

第1ユニットと第2ユニットの合成パワー $\phi a$ (0.0282)は、第1乃至第3ユニット全体のパワー $\phi$ (1.07)に対して

$$\phi a / \phi = 0.026$$

となるため、第2ユニットの各画角の射出光束がおおよそアフォーカルとなる。第3ユニット30は、物体側より順に、カバーガラス35と、凹凸の接合レンズ31と、両凸レンズ32とからなり、全体は正のパワー( $\phi 3$ )0.388である。

【0038】

第2実施例の結像の特徴は、第1ユニットの負レンズに、全体としては負のパワーの接合レンズを用いている点であり、このため、色収差の発生を抑えることができる。また、第2ユニットは負レンズ群を含む3群構成としていることで、非点隔差や像面湾曲を良好に補正できる。さらに、第3ユニットを2群構成としているため、第3ユニット単独での収差が良好である。

<第2実施例のレンズデータ>

- ・画角 : 6.5°      Fno. : 6.4
- ・第1面から第5面までが第1ユニット、二組の負レンズ間隔1.46mm。
- ・第6面から第16面までが第2ユニット、第1ユニットの二組の負レンズに対して0.73mm偏芯している。
- ・第17面から第23面までが第3ユニット。
- ・ $\phi 1$  : -0.641     $\phi 2$  : 0.234     $\phi 3$  : 0.388
- ・ $\phi a$  : 0.0282     $\phi$  : 1.07     $\phi a / \phi$  : 0.026
- ・R : 曲率半径、d : 面間隔、n : 屈折率、v : アッベ数

10

20

| 面    | R         | d       | n       | $\nu$ |    |
|------|-----------|---------|---------|-------|----|
| 物体距離 |           | 10.3938 |         |       |    |
| 1    | INF       | 0.3000  | 1.83481 | 42.7  |    |
| 2    | 1.92150   | 0.3529  |         |       |    |
| 3    | -1.48425  | 0.3000  | 1.83481 | 42.7  |    |
| 4    | 4.85836   | 0.8000  | 1.69895 | 30.1  |    |
| 5    | -2.70463  | 1.0204  |         |       | 10 |
| 6    | 16.94334  | 0.8000  | 1.88300 | 40.8  |    |
| 7    | -24.31827 | 2.0375  |         |       |    |
| 8    | 2.23356   | 1.2000  | 1.77250 | 49.6  |    |
| 9    | -10.41313 | 0.3000  | 1.59270 | 35.3  |    |
| 10   | 1.06742   | 0.7941  |         |       |    |
| 11   | 1.64417   | 0.8800  | 1.77250 | 49.6  |    |
| 12   | -2.50406  | 0.3200  | 1.64769 | 33.8  | 20 |
| 13   | 1.76130   | 0.6180  |         |       |    |
| (絞り) | INF       | 0.0300  |         |       |    |
| 15   | INF       | 0.4000  | 1.51633 | 64.1  |    |
| 16   | INF       | 0.1000  |         |       |    |
| 17   | INF       | 0.4000  | 1.51633 | 64.1  |    |
| 18   | INF       | 0.1000  |         |       |    |
| 19   | 3.87761   | 0.4000  | 1.84666 | 23.8  | 30 |
| 20   | 1.30626   | 1.1000  | 1.72000 | 50.2  |    |
| 21   | -11.89684 | 0.6003  |         |       |    |
| 22   | 4.64203   | 1.0000  | 1.77250 | 49.6  |    |
| 23   | -5.57008  | 0.1000  |         |       |    |
| 24   | INF       | 1.6000  | 1.51400 | 75.0  |    |
| 25   | INF       | 0.5000  | 1.49700 | 81.6  |    |
| 26   | INF       | 0.0300  |         |       | 40 |

(撮像素子面)

(第3実施例)

第3実施例の光学系の構成を図3、図4に示す。図4は図3を側面から見たものである。

【0039】

第1実施例との相違点は、カバーガラスの代わりに、視野方向変換プリズム56を設けたこと、第1ユニットが物体側に凹面を向けた平凹レンズ1枚ずつで構成されていること、第3ユニットが第2実施例と同様の構成をしていることである。

【0040】

従って、第3実施例に特有の構成と効果を以下に述べる。

第1ユニットは、物体側に凹面を向けた平凹レンズ14の1枚ずつで構成している。これにより、部品点数が減り、原価低減になるだけでなく、組立性も向上する。

【0041】

さらに、並列に配置された平凹レンズ2枚を一枚ずつ研磨加工して組立てる方法以外に、金型プレス加工のガラス成形レンズにて一度に2枚を作成すると、原価低減に有利である。

【0042】

また、視野マスク52を第1ユニットの平凹レンズ14の平面側に設置しているため、第1実施例及び第2実施例で述べたフレア光をカットする遮光板53の作用を兼ねるため、構成が簡単になり好ましい。

10

<第3実施例のレンズデータ>

- ・画角 :  $63^\circ$       Fno. : 6.3
- ・第4面から第5面までが第1ユニット、二組の負レンズ間隔1.46mm。
- ・第6面から第13面までが第2ユニット、第1ユニットの二組の負レンズに対して0.73mm偏芯している。
- ・第14面から第20面までが第3ユニット。
- ・ $\phi 1$  : -0.495     $\phi 2$  : 0.234     $\phi 3$  : 0.388
- ・ $\phi a$  : 0.0324     $\phi$  : 0.826     $\phi a / \phi$  : 0.039
- ・R : 曲率半径、d : 面間隔、n : 屈折率、v : アッペ数

20

| 面    | R         | d      | n       | $\nu$ |    |
|------|-----------|--------|---------|-------|----|
| 物体距離 |           | 8.5000 |         |       |    |
| 1    | INF       | 2.2000 | 1.88300 | 40.8  |    |
| 2    | INF       | 2.2000 | 1.88300 | 40.8  |    |
| 3    | INF       | 0.4500 |         |       |    |
| 4    | -1.78343  | 0.5000 | 1.88300 | 40.8  |    |
| 5    | INF       | 2.0323 |         |       | 10 |
| 6    | INF       | 1.0000 | 1.77250 | 49.6  |    |
| 7    | -5.70060  | 0.1000 |         |       |    |
| 8    | 4.25418   | 1.2000 | 1.72916 | 54.7  |    |
| 9    | -6.44107  | 0.4000 | 1.80518 | 25.4  |    |
| 10   | 9.34839   | 2.7488 |         |       |    |
| (絞り) | INF       | 0.0300 |         |       |    |
| 12   | INF       | 0.4000 | 1.51633 | 64.1  | 20 |
| 13   | INF       | 0.1000 |         |       |    |
| 14   | INF       | 0.4000 | 1.51633 | 64.1  |    |
| 15   | INF       | 0.1000 |         |       |    |
| 16   | 3.87761   | 0.4000 | 1.84666 | 23.8  |    |
| 17   | 1.30626   | 1.1000 | 1.72000 | 50.2  |    |
| 18   | -11.89684 | 0.6003 |         |       |    |
| 19   | 4.64203   | 1.0000 | 1.77250 | 49.6  | 30 |
| 20   | -5.57008  | 0.1000 |         |       |    |
| 21   | INF       | 1.6000 | 1.51400 | 75.0  |    |
| 22   | INF       | 0.5000 | 1.49700 | 81.6  |    |
| 23   | INF       | 0.0300 |         |       |    |

## (撮像素子面)

(第4実施例)

第4実施例における内視鏡対物光学系の全体の構成を図5に示す。

40

【0043】

本実施例の構成は、物体側から順に、同一の負のパワーの二組のレンズ101、102を並列に配置した第1ユニット10と、正パワーのレンズの第2ユニット20と、開口部を2つ有する明るさ絞り55と、正パワーのレンズの第3ユニット30と、撮像素子7とからなる。

【0044】

第1ユニット10の負レンズの構成は、像面側に凹面を向けた平凹レンズ1枚からなり、その直後に視野マスク52を設ける。並列の負レンズの光軸間隔は1.46mmである。パワー( $\phi 1$ )は、-0.610である。また、視野マスクは、実施例1におけるフレア光りをカットする遮光板53を兼ねる。

50

## 【0045】

第2ユニットは、物体側から順に、両凸レンズ27と、両凸レンズ28と、両凹レンズ29aと、防水、防塵用のカバーガラス25とからなり、そのカバーガラスの物体側の平面に接して開口部を2つ有する明るさ絞り板55が設置される。全体としては正のパワー( $\phi 2$ ) 0.241を有する。第2ユニットの光軸は、第1ユニットの二組の負レンズ101、102の光軸に対してそれぞれ0.73mm偏芯している。

第1ユニット及び第2ユニットの合成パワー $\phi a$  (0.0321)は、第1ユニット乃至第3ユニット全体のパワー $\phi$  (1.06)に対して、

$$\phi a / \phi = 0.030$$

となるため、第2ユニットにおける各画角の射出光束はおおよそアフォーカルとなる。

第3ユニットは、物体側から順に、カバーガラス35と、凹凸の接合レンズ31で構成される。全体では正のパワー( $\phi 3$ ) 0.400である。

## 【0046】

第2ユニットの構成は、物体側より正のパワーの両凸レンズ2枚と、負のパワーの両凹レンズ1枚の構成にすることで、着脱部分である第2ユニット射出側での光線の高さを光軸に近づけることができ、明るさ絞りの高さを本実施例の位置にすることができる。これにより、第3ユニットの外径を小さくでき、かつ、アダプター装着時に光線がけられることなく結像できる。先端アダプター部の光学部品を少ない5点で構成していることによって、さらに全長を短くできる。

## &lt;第4実施例のレンズデータ&gt;

- ・画角 : 62°      Fno. : 6.8
- ・第1面から第2面までが第1ユニット、二組の負レンズ間隔1.46mm。
- ・第3面から第11面までが第2ユニット、第1ユニットの二組の負レンズに対して0.73mm偏芯している。
- ・第12面から第16面までが第3ユニット。
- ・明るさ絞り開口は、第2ユニット光軸に対してそれぞれ0.32mm偏芯している。
- ・ $\phi 1$  : -0.610     $\phi 2$  : 0.241     $\phi 3$  : 0.400
- ・ $\phi a$  : 0.0321     $\phi$  : 1.06     $\phi a / \phi$  : 0.030
- ・R : 曲率半径、d : 面間隔、n : 屈折率、 $\nu$  : アッベ数

10

20

| 面    | R         | d       | n       | $\nu$ |    |
|------|-----------|---------|---------|-------|----|
| 物体距離 |           | 11.7000 |         |       |    |
| 1    | INF       | 0.3000  | 1.83481 | 42.7  |    |
| 2    | 1.36754   | 4.4836  |         |       |    |
| 3    | 4.00526   | 0.8000  | 1.72916 | 54.7  |    |
| 4    | -14.46178 | 0.0500  |         |       |    |
| 5    | 2.78222   | 0.8000  | 1.77250 | 49.6  | 10 |
| 6    | -20.03219 | 0.1000  |         |       |    |
| 7    | -5.18445  | 0.6000  | 1.64769 | 33.8  |    |
| 8    | 1.68565   | 0.1500  |         |       |    |
| (絞り) | INF       | 0.0300  |         |       |    |
| 10   | INF       | 0.3000  | 1.51633 | 64.1  |    |
| 11   | INF       | 0.1000  |         |       |    |
| 12   | INF       | 0.3000  | 1.51633 | 64.1  | 20 |
| 13   | INF       | 0.1000  |         |       |    |
| 14   | 2.32417   | 0.3000  | 1.84666 | 23.8  |    |
| 15   | 0.95341   | 0.8000  | 1.72916 | 54.7  |    |
| 16   | -3.97083  | 0.5920  |         |       |    |
| 17   | INF       | 1.6000  | 1.51400 | 75.0  |    |
| 18   | INF       | 0.5000  | 1.49700 | 81.6  |    |
| 19   | INF       | 0.0700  |         |       | 30 |

## (撮像素子面)

(第5実施例)

第5実施例における内視鏡対物光学系の全体の構成を図6に示す。

【0047】

第2ユニット20と第3ユニット30のレンズ構成が第4実施例と異なる。また、明るさ絞り55を第2ユニットの最も物体側に配置する構成が、第1実施例乃至第4実施例と異なる。

【0048】

従って、第5実施例に特有の構成と効果を以下に述べる。

第2ユニット20は、物体側より順に、開口部を二つ有する明るさ絞り55と、両凸レンズ27、物体側に凸面の凸レンズと像側に凹面の凹レンズとの接合レンズ29bと、カバーガラス25とからなる。

【0049】

明るさ絞り55は開口部を二つ有するので、第2ユニットの後側焦点位置に設ける必要はなく、従って、前に出してもよい。明るさ絞り55を第2ユニット20の最も物体側に配置することによって、第1ユニットの光線高が下がり、第1ユニットのレンズ外径を小さくできる。

【0050】

第2ユニットに接合レンズを有していることで、先端アフォーカルアダプター5を装着し

40

50

た状態で、第4実施例に比べて、製造時に発生する各レンズの偏芯誤差に対して、影響が小さく、組立性を向上できる。

【0051】

第1ユニット10と第2ユニット20とで構成されるアダプター5の合成パワー $\phi_a$ は、第1ユニットから第3ユニットの全体のパワー $\phi$ に対して、

$$\phi_a / \phi = 0.018$$

となり、アダプターは、アフォーカルな構成である。

【0052】

第3ユニットはカバーガラス35と、負正の接合レンズ31と、両凸レンズ32で構成する。第3ユニットを2群構成にすることで、マスターレンズの結像性能を向上し、かつ、アダプター装着時の性能もよくできる。 10

【0053】

<第5実施例のレンズデータ>

- ・画角：61°      Fno.：6.6
- ・第1面から第2面までが第1ユニット、二組の負レンズ間隔1.46mm。
- ・第3面から第10面までが第2ユニット、第1ユニットの二組の負レンズに対して0.73mm偏芯している。
- ・第11面から第17面までが第3ユニット。
- ・明るさ絞りの開口は、第2ユニット光軸に対してそれぞれ0.73mm偏芯している。
- ・ $\phi 1$ ：-0.610     $\phi 2$ ：0.231     $\phi 3$ ：0.388      20
- ・ $\phi_a$ ：0.0186     $\phi$ ：1.04     $\phi_a / \phi$ ：0.018
- ・R：曲率半径、d：面間隔、n：屈折率、v：アッペ数

| 面    | R         | d       | n       | $\nu$ |    |
|------|-----------|---------|---------|-------|----|
| 物体距離 |           | 11.7000 |         |       |    |
| 1    | INF       | 0.3000  | 1.83481 | 42.7  |    |
| 2    | 1.36754   | 4.1111  |         |       |    |
| (絞り) | INF       | 0.0000  |         |       |    |
| 4    | 14.47189  | 0.8000  | 1.72916 | 54.7  |    |
| 5    | -5.45097  | 0.0500  |         |       | 10 |
| 6    | 3.13076   | 1.3000  | 1.77250 | 49.6  |    |
| 7    | 9.87579   | 0.5500  | 1.64769 | 33.8  |    |
| 8    | 1.88234   | 0.1549  |         |       |    |
| 9    | INF       | 0.4000  | 1.51633 | 64.1  |    |
| 10   | INF       | 0.1000  |         |       |    |
| 11   | INF       | 0.4000  | 1.51633 | 64.1  |    |
| 12   | INF       | 0.1000  |         |       | 20 |
| 13   | 3.87761   | 0.4000  | 1.84666 | 23.8  |    |
| 14   | 1.30626   | 1.1000  | 1.72000 | 50.2  |    |
| 15   | -11.89684 | 0.6003  |         |       |    |
| 16   | 4.64203   | 1.0000  | 1.77250 | 49.6  |    |
| 17   | -5.57008  | 0.1000  |         |       |    |
| 18   | INF       | 1.6000  | 1.51400 | 75.0  |    |
| 19   | INF       | 0.5000  | 1.49700 | 81.6  | 30 |
| 20   | INF       | 0.0300  |         |       |    |

21INF

## (撮像素子面)

なお、現在、撮像素子は有効撮像範囲の大きさが縦約2mm、横約2.5mm程度の物が製作されているが、近い将来、縦横共に従来と同じ画素数で半分からそれ以下のサイズまで小型化されるので、本発明では2mm×2.5mm以下の大きさを想定している。

【0054】

以上説明したように、本発明による内視鏡装置は、下記に示す特徴を備える。

40

(1) 計測又は立体視を行うための対物光学系を含む内視鏡装置であって、前記対物光学系は、物体側から順に像側に向って、第1ユニットと第2ユニットと第3ユニットと撮像ユニットとを含み、前記第1ユニットは負レンズからなり、前記第2ユニットは第1正レンズからなり、前記第3ユニットは第2正レンズからなり、前記撮像ユニットは1つの撮像素子からなり、前記第1正レンズは、前記第2ユニット乃至前記第3ユニット内に実像を形成しないことを特徴とする内視鏡装置。

(2) 前記第3ユニットの前記第2正レンズは、おおよそ無限遠物体に対して合焦が可能であり、おおよそ無限遠物体に合焦が可能である条件として、以下の(1)式を満足することを特徴とする(1)項に記載の内視鏡装置。

【0055】

50

$$|\phi a / \phi| < 0.1 \quad \dots (1)$$

但し、 $\phi a$ は前記第1ユニットと前記第2ユニットの合成パワーであり、 $\phi$ は前記第1ユニット乃至前記第3ユニットの合成パワーである。

(3) 1つの開口部からなる明るさ絞りを有し、該明るさ絞りが前記第2ユニットの前記第1正レンズのおおよそ後側焦点位置に配置されることを特徴とする(2)項に記載の内視鏡装置。

(4) 前記第1ユニットの前記負レンズは一对の負レンズであって、該一对の負レンズは互いに近接して並列に配置され、前記第2ユニットの前記第1正レンズの光軸は、前記一对の負レンズの少なくとも一方の負レンズの光軸に対して偏芯配置されることを特徴とする(3)項に記載の内視鏡装置。

10

(5) 前記一对の負レンズが物体側に凹面を向けたレンズを含むことを特徴とする(4)項に記載の内視鏡装置。

(6) 前記一对の負レンズは、それぞれ第1凹レンズと第2凹レンズとからなり、前記第1凹レンズは、像側の最終面が像側に凹面を向けた単レンズまたは接合レンズであり、前記第2凹レンズは、像側の最終面が像側に凸面を向けた単レンズまたは接合レンズであることを特徴とする(4)項に記載の内視鏡装置。

(7) 前記一对の負レンズは、それぞれの側面に切除部を有し、前記一对の負レンズがそれぞれの前記切除部で互いに接することによって前記一对の負レンズの外径中心間の距離がそれぞれの半径の和より小さいことを特徴とする(4)項に記載の内視鏡装置。

(8) 2つの開口部からなる明るさ絞りを有し、該明るさ絞りは前記第2ユニットの前後いずれかに配置されることを特徴とする(2)項に記載の内視鏡装置。

20

(9) 前記第1ユニットの前記負レンズは、一对の負レンズであって、該一对の負レンズは互いに近接して並列に配置され、前記第2ユニットの前記第1正レンズの光軸は、前記一对の負レンズの少なくとも一方の負レンズの光軸に対して偏芯配置されることを特徴とする(8)項に記載の内視鏡装置。

(10) 前記一对の負レンズは、それぞれの側面に切除部を有し、前記一对の負レンズがそれぞれの前記切除部で互いに接することによって前記一对の負レンズの外径中心間の距離がそれぞれの半径の和より小さいことを特徴とする(9)項に記載の内視鏡装置。

(11) 前記第2ユニットの前記第1正レンズは第1レンズと第2レンズとからなり、前記第1レンズは正のパワーであって最も物体側の面が物体側に凸であり、前記第2レンズは負のパワーであって最も像側の面が像側に凹であることを特徴とする(9)項に記載の内視鏡装置。

30

(12) 前記第1ユニットの物体側に、カバーガラスを設けたことを特徴とする(1)項に記載の内視鏡装置。

(13) 前記第1ユニットの物体側に視野方向変換プリズムを設けたことを特徴とする(1)項に記載の内視鏡装置。

(14) 前記第1ユニットに視野マスクを設け、前記視野マスクは前記第1ユニットの前記負レンズに対応することを特徴とする(1)項に記載の内視鏡装置。

(15) 前記第2ユニットにフレア絞りを設けたことを特徴とする(1)項に記載の内視鏡装置。

40

(16) 前記第1ユニットと前記第2ユニットの組はアダプタであって、前記第3ユニットに対して着脱自在であることを特徴とする(1)項に記載の内視鏡装置。

(17) 前記アダプタの像側に設けたカバーガラスと一体的に明るさ絞りを配置することを特徴とする(16)項に記載の内視鏡装置。

(18) 前記第3ユニットの物体側にカバーガラスを設けたことを特徴とする(16)項に記載の内視鏡装置。

(19) 前記一つの撮像素子の有効撮像範囲の大きさが2mm×2.5mm以下であることを特徴とする(1)項乃至(18)項に記載の内視鏡装置。

【0056】

【発明の効果】

50

本発明によれば、先端アフォーカルアダプターが可能であると同時に、硬質長が短く、ゴミが観察の妨げとならない、かつ、左右像の違和感のない立体視及び計測内視鏡を提供できる。

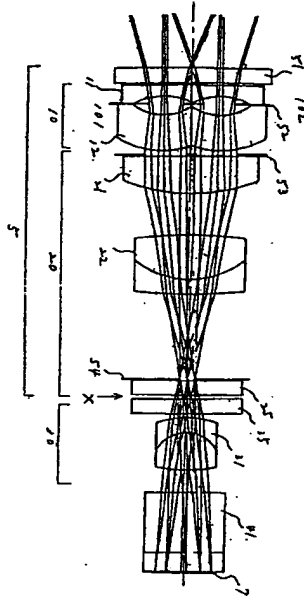
【図面の簡単な説明】

- 【図１】 第１実施例の光学系断面図である。
- 【図２】 第２実施例の光学系断面図である。
- 【図３】 第３実施例の光学系断面図である。
- 【図４】 第３実施例の光学系の側断面図である。
- 【図５】 第４実施例の光学系断面図である。
- 【図６】 第５実施例の光学系断面図である。 10
- 【図７】 各実施例での撮像素子上の視野範囲を示す図である。
- 【図８】 従来例（特開平１１－１０９２５７）の光学系断面図である。
- 【図９】 従来例（特開平８－１２２６６５）の光学系断面図である。
- 【図１０】 従来例（特開平１１－００６９６７）の光学系断面図である。
- 【図１１】 先端アフォーカルアダプタ式内視鏡装置の外観図である。
- 【図１２】 先端アフォーカルアダプタ式内視鏡装置の先端部を示す図である。
- 【図１３】 先端アフォーカルアダプタ式内視鏡装置の光学系断面図である。
- 【図１４】 第１実施例の光学系を搭載したアダプタ全体の枠構成の一例を示す断面図である。 20

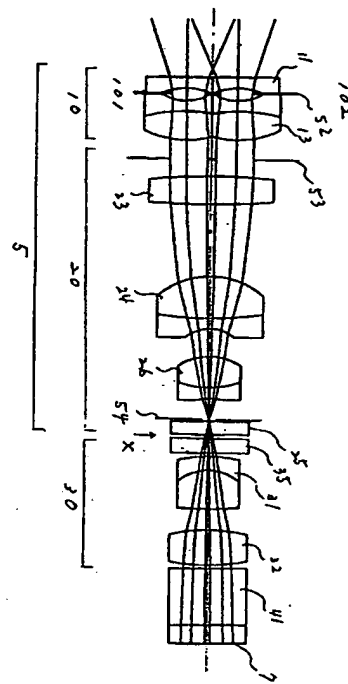
【符号の説明】

- ４ 内視鏡本体
- ５ アダプタ
- ７ 撮像素子
- ８ ローレット
- １０ 第１ユニット
- １１、１４ 平凹レンズ
- １２ メニスカス凹レンズ
- １３、２２、２４、２６、２９ｂ、３１ 接合レンズ
- ２０ 第２ユニット
- ２１ 平凸レンズ 30
- ２３、２７、２８、３２ 両凸レンズ
- ２５、３５、５１ カバーガラス
- ２９ａ 両凹レンズ
- ３０ 第３ユニット
- ４１ 赤外カットフィルター
- ５２ 視野マスク
- ５３ 遮光板
- ５４、５５ 明るさ絞り
- ５６ 視野方向変換プリズム
- １０１、１０２ 負レンズ 40

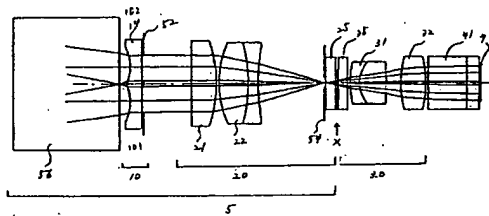
【図 1】



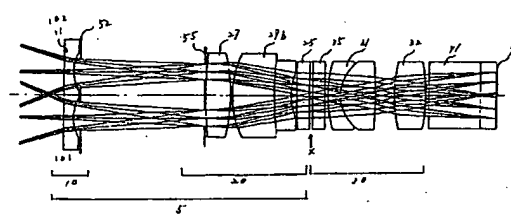
【図 2】



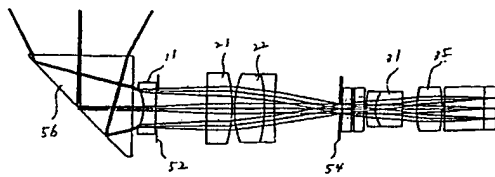
【図 3】



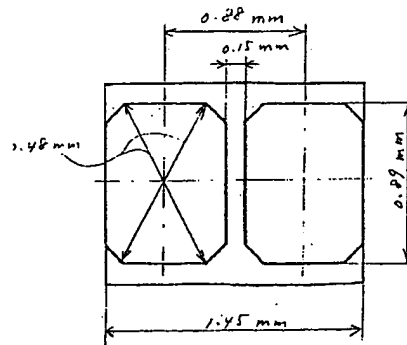
【図 6】



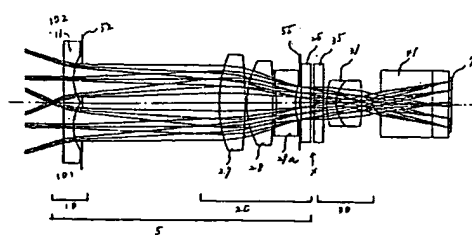
【図 4】



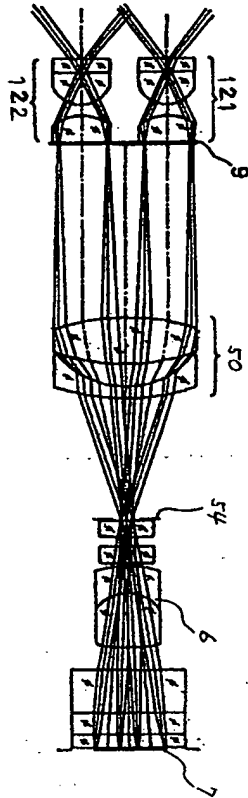
【図 7】



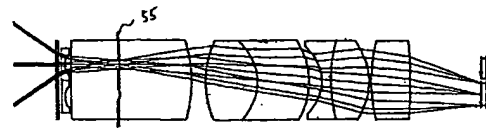
【図 5】



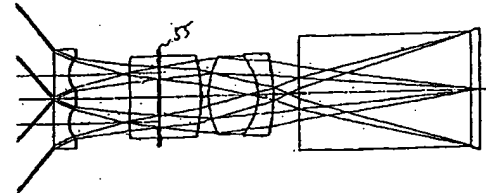
【図 8】



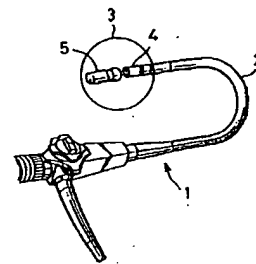
【図 9】



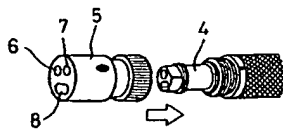
【図 10】



【図 11】

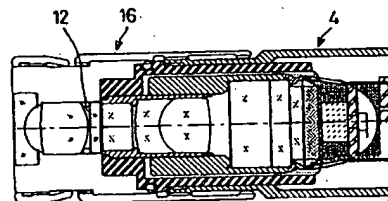


【図 12】

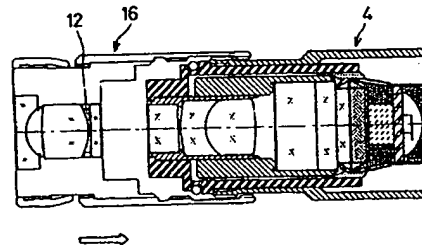


【図 13】

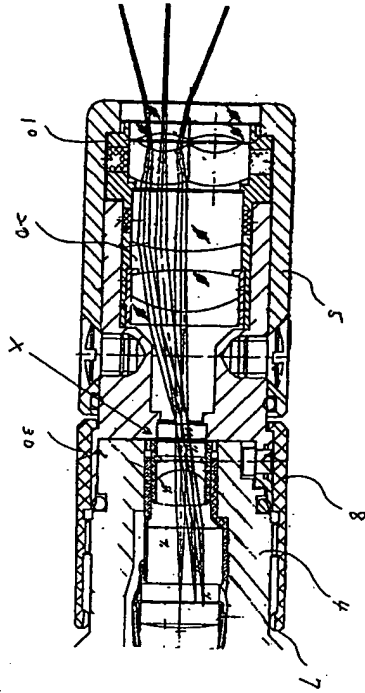
(a)



(b)



【図 14】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

G 0 2 B 23/24

B

G 0 2 B 23/24

C

G 0 3 B 35/10

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 23/24